

## EXHAUST GAS CLEANER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**Publication number:** WO02084086

**Publication date:** 2002-10-24

**Inventor:** MATSUBAYASHI SHOGO (JP); NAKAZONO TOHRU (JP)

**Applicant:** YANMAR DIESEL ENGINE CO (JP); MATSUBAYASHI SHOGO (JP); NAKAZONO TOHRU (JP)

**Classification:**

**- international:** F02D45/00; B01D53/34; B01D53/86; B01D53/94; F01N3/08; F01N3/20; F01N3/22; F01N3/24; F01N3/28; F01N11/00; F02D41/02; F02D41/04; F02D41/14; F01N3/30; F01N7/02; F02D45/00; B01D53/34; B01D53/86; B01D53/94; F01N3/08; F01N3/20; F01N3/22; F01N3/24; F01N3/28; F01N11/00; F02D41/02; F02D41/04; F02D41/14; F01N3/30; F01N7/00; (IPC1-7): F01N3/20

**- european:** B01D53/34Y; B01D53/94F2D; B01D53/94Y; F01N3/08B; F01N3/08B2; F01N11/00C; F02D41/02C4D1

**Application number:** WO2002JP03562 20020410

**Priority number(s):** JP20010115470 20010413

**Also published as:**

EP1384866 (A1)  
US7010907 (B2)  
US2004112043 (A1)  
JP2002309928 (A)  
CN1539052 (A)

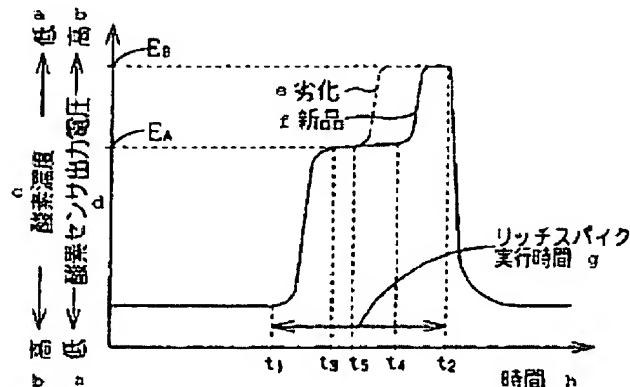
**Cited documents:**

US5735119  
JP2000345830  
US5595060  
JP2000110552  
DE19944694

Report a data error here

#### Abstract of WO02084086

In an internal combustion engine (100) having an exhaust gas passage (1) where an NOx absorption reduction catalyst (2) is disposed, an oxygen sensor (3) is provided on the downstream side of the NOx absorption reduction catalyst (2), and a determining means is provided for determining the degradation of the NOx absorption reduction catalyst (2) on the basis of the length of time for which the voltage of a small variation before a maximum of the output voltage of the oxygen sensor (3) is recorded during rich spike operation.



a...LOW  
b...HIGH  
c...OXYGEN CONCENTRATION  
d...OUTPUT VOLTAGE OF OXYGEN SENSOR  
e...DEGRADATION  
f...NEW ONE  
g...RICH SPIKE OPERATING TIME  
h...TIME

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

P03NM-095CN

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 10 月 24 日 (24.10.2002)

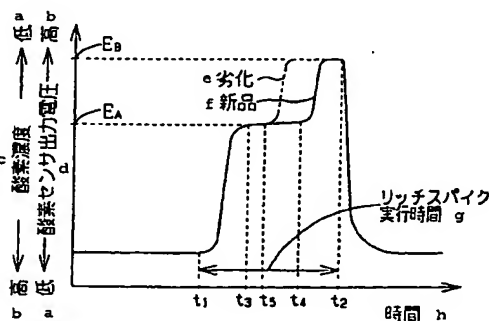
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/084086 A1

- (51) 国際特許分類: F01N 3/20 (74) 代理人: 青山 葆, 外(AOYAMA, Tamotsu et al.); 〒540-0001 大阪府 大阪市 中央区城見 1 丁目 3 番 7 号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/03562
- (22) 国際出願日: 2002 年 4 月 10 日 (10.04.2002) (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2001-115470 2001 年 4 月 13 日 (13.04.2001) JP (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ヤンマーディーゼル株式会社 (YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒530-0013 大阪府 大阪市 北区茶屋町 1 番 3 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松林 昌吾 (MATSUBAYASHI, Shogo) [JP/JP]; 〒530-0013 大阪府 大阪市 北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマーディーゼル株式会社内 Osaka (JP). 中園 徹 (NAKAZONO, Tohru) [JP/JP]; 〒530-0013 大阪府 大阪市 北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマーディーゼル株式会社内 Osaka (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: EXHAUST GAS CLEANER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の排気浄化装置



a...LOW  
b...HIGH  
c...OXYGEN CONCENTRATION  
d...OUTPUT VOLTAGE OF OXYGEN SENSOR  
e...DEGRADATION  
f...NEW ONE  
g...RICH SPIKE OPERATING TIME  
h...TIME

(57) Abstract: In an internal combustion engine (100) having an exhaust gas passage (1) where an NO<sub>x</sub> absorption reduction catalyst (2) is disposed, an oxygen sensor (3) is provided on the downstream side of the NO<sub>x</sub> absorption reduction catalyst (2), and a determining means is provided for determining the degradation of the NO<sub>x</sub> absorption reduction catalyst (2) on the basis of the length of time for which the voltage of a small variation before a maximum of the output voltage of the oxygen sensor (3) is recorded during rich spike operation.

[続葉有]

WO 02/084086 A1



---

(57) 要約:

排気通路（１）に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）を設けた内燃機関（１００）において、前記排気通路（１）の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の下流側に酸素センサ（３）を設け、リッチスパイク実行時における前記酸素センサ（３）の出力電圧値が最高値を記録する前の少ない変化量の電圧値を記録する時間の長さにより $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の劣化状態を判定する判定手段を備えた。

## 明 細 書

## 内燃機関の排気浄化装置

## 5 技術分野

本発明は、排気通路に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を備えた内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

## 背景技術

- 10 排気通路に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（以下、吸蔵触媒と呼ぶ。）を備えた内燃機関においては、吸蔵触媒に $\text{NO}_x$ がある程度まで吸蔵されると、空燃比を一時的かつ急激にリーンからリッチに切替えるリッチスパイクと呼ばれる操作を行い、吸蔵された $\text{NO}_x$ を還元し除去している。

- このリッチスパイクにより吸蔵触媒を再生する方法の発明としては、本願出願人の出願である特開 2000-45752（内燃機関における窒素酸化物吸蔵還元触媒の浄化方法）がある。特開 2000-45752 の発明では、次の 2 つのステップを経て吸蔵触媒の吸蔵能力を十分に発揮することができるように配慮していた。第 1 ステップでは、吸蔵触媒の $\text{NO}_x$ の吸蔵可能容量を把握する。第 2 ステップでは、吸蔵触媒に流入する $\text{NO}_x$ の積算値が吸蔵可能容量に達したら  
20 （又は達する手前で）リッチスパイクを実行して吸蔵触媒を浄化する。

- しかし、吸蔵触媒は、排気ガス中に含まれる硫黄成分により被毒するため、時間が経過するにつれて劣化し $\text{NO}_x$ の吸蔵可能容量が減少してしまう。被毒した吸蔵触媒から硫黄成分を除去する方法としては、本願出願人の出願である特開 2000-8909（内燃機関の制御方法）がある。特開 2000-8909 の発明では、内燃機関の運転時間が所定時間（例えば 100 分）経過すると、空燃比をリーンからリッチに切替え、排気温度が 600℃以上の環境下で所定時間（10 分程度）運転することにより吸蔵触媒を再生していた。

25 このように、従来は吸蔵触媒が硫黄成分によりどの程度被毒されているかを内燃機関の運転時間から推測するのみであった。つまり吸蔵触媒の実際の劣化状態

を把握することなく、所定時間が経過すると機械的に再生作業を行っていた。ここで「吸蔵触媒の劣化」とは、硫黄成分による被毒と熱劣化により吸蔵触媒の浄化性能の低下を意味している。

## 5 発明の開示

(発明が解決しようとする技術的課題)

本発明は、吸蔵触媒の実際の劣化状態を把握し、かつ、短時間で吸蔵触媒を再生することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することを課題としている。

## 10 (その解決方法)

上記課題を解決するため請求項1の発明では、排気通路に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を設けた内燃機関において、前記排気通路の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の下流側に酸素センサを設け、リッチスパイク実行時における前記酸素センサの出力電圧値が最高値を記録する前の少ない変化量の電圧値を記録する時間の長さにより $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の劣化状態を判定する判定手段を備えた。

請求項2の発明では請求項1の発明において、前記判定手段により判定された $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の劣化の度合が大きくなるほど $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の再生時における $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒より上流側の排気通路内の $\text{CO}$ 濃度が高くなるように設定する空燃比設定手段を備えた。

請求項3の発明では請求項2の発明において、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の再生時において、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒より下流側の排気通路内の $\text{CO}$ 濃度が一定になるように $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒より上流側の排気通路内の空燃比を設定するようにした。

請求項4の発明では請求項1～3のいずれかの発明において、排気ガス流量検出手段と排気ガス中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ 濃度検出手段と、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の温度を検出する温度センサとを備え、前記排気ガス流量検出手段と $\text{NO}_x$ 濃度検出手段により得られた排気ガス流量と $\text{NO}_x$ 濃度から $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に流入する単位時間当たりの $\text{NO}_x$ 量を算出する算出手段を備え、前記温度センサにより前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量を推定し、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元

触媒に流入する積算 $\text{NO}_x$ 量が吸蔵可能量に達したら $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の再生を行うようにした。

請求項5の発明では請求項4の発明において、劣化した $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量を推定し、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量に応じたリッチスパイクの  
5 実行間隔を設定するようにした。

請求項6の発明では請求項2又は3の発明において、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の下流側の排気通路内に二次空気供給通路と酸化触媒を配置し、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を通過したCOを前記酸化触媒内で酸化させるようにした。

請求項7の発明では請求項1の発明において、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の上流側の  
10 排気通路内に酸素吸蔵機能と酸化機能を備えた三元触媒を配置した。

請求項8の発明では請求項7の発明において、三元触媒と $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒とを一体的にユニット化し、排気通路の上流側に三元触媒がくるように前記ユニットを配置するようにした。

15 (従来技術より有効な効果)

請求項1の発明では、メモリ5に記憶された劣化していない吸蔵触媒2による酸素センサ3の出力電圧データと、実測したリッチスパイク実行時における酸素センサ3の出力電圧値の波形とをCPU4が比較することにより吸蔵触媒2の劣化の進行度合を推定することができる。したがって、吸蔵触媒2を $\text{NO}_x$ 吸蔵機能  
20 能を十分に発揮できる状態に保つことができ、良好に $\text{NO}_x$ を浄化することができる。

請求項2の発明では、吸蔵触媒2の劣化の度合に応じて、吸蔵触媒2より上流側の排気通路（排気管1）内のCO濃度を設定する空燃比設定手段（燃料供給量調整弁10）を備えたので、良好に吸蔵触媒2を再生させることができる。したがって、常に良好に $\text{NO}_x$ を浄化することができる。  
25

請求項3の発明では、請求項2の発明において、吸蔵触媒2より下流側のCO濃度が一定になるように吸蔵触媒2より上流側の空燃比 $\lambda$ を設定するようにしたので、排出されるCO濃度を環境基準値内の所定濃度に抑えながら吸蔵触媒2の再生時間を最短にすることができる。したがって、熱効率を高く維持することが

できる。

請求項4の発明では、吸蔵触媒2の $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量を推定し、吸蔵触媒2に流入する $\text{NO}_x$ 量の総量（積算 $\text{NO}_x$ 量）が $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量に達したら $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒2の再生を行うようにしたので、吸蔵触媒2の吸蔵能力を最大限有効に活用することができる。

機関回転数や機関負荷等の運転環境の変化に関わりなく、排出される $\text{NO}_x$ の総量を算出するようにしたので、吸蔵触媒2の再生時期を適切に判断することができ、良好な浄化性能を発揮することができる。

請求項5の発明では、吸蔵触媒2の劣化度合に応じて $\text{NO}_x$ の吸蔵可能容量を推定し、リッチスパイクの実行間隔を設定するようにしたので、吸蔵触媒2の劣化度合に応じて必要最小限の再生を行うことができ、空燃比 $\lambda$ がリッチ状態での運転時間を最短にすることができ、COの排出を最小限に抑えることができ、かつ熱効率を高く維持することができる。

請求項6の発明では、吸蔵触媒2の下流側の排気通路（排気管1）に酸化触媒20を配置したので、吸蔵触媒2を再生させる際に使用されなかったCOが大気中へ排出されることを確実に防止することができる。つまり、再生に有効なCOを多量に流しても、吸蔵触媒2を通過したCO（再生に使用されなかった分のCO）は酸化触媒20で酸化処理することができるので、大気中にCOを排出することを防止することができる。

請求項7の発明では、吸蔵触媒2の上流側の排気通路（排気管1）に三元触媒19を設け、吸蔵触媒2の再生時に吸蔵触媒2の上流側で三元触媒19により酸素を吸蔵させるようにしたので、吸蔵触媒2を良好に再生させることができ、良好な浄化性能を発揮することができる。

請求項8の発明では、三元触媒19と吸蔵触媒2とをユニット化して排気通路（排気管1）に設置するようにしたので、三元触媒19と吸蔵触媒2の間で排気ガスの温度が低下することを防止することができ、高温で吸蔵触媒2を再生することができる。したがって、確実に吸蔵触媒2を再生することができ、吸蔵触媒2は良好に $\text{NO}_x$ を浄化させることができる。

## 図面の簡単な説明

第1図は、請求項1の発明を実施した内燃機関の正面略図である。

第2図は、酸素センサの出力電圧の波形を示すグラフである。

第3図は、吸蔵触媒の上流側と下流側のCO濃度の時間変化を示すグラフである。

第4図は、吸蔵触媒の下流側のCO濃度を一定に保ったときのの上流側のCO濃度の変化を示すグラフである。

第5図は、吸蔵触媒の温度とNO<sub>x</sub>吸蔵可能容量の関係を示すグラフである。

第6図は、請求項7及び8の発明を実施した内燃機関の正面略図である。

第7図は、請求項4の発明を実施した内燃機関の正面略図である。

第8図は、第7図の内燃機関の運転状態が変化した際の排気ガスとの温度の時間変化を示すグラフである。

第9図は、機関負荷と機関回転数による吸蔵触媒の温度分布を示すグラフである。

第10図は、吸蔵触媒の再生速度と空燃比λの関係を示すグラフである。

第11図は、請求項6の発明を実施した内燃機関の正面略図である。

第12図は、吸蔵触媒の再生速度と温度の関係を示すグラフである。

第13図は、空燃比λと吸蔵触媒下流側のCO濃度及びNO<sub>x</sub>濃度 of 関係を示すグラフである。

第14図は、吸蔵触媒があまり劣化していない場合とかなり劣化が進んだ場合における吸蔵触媒上流側の設定したCO濃度と再生完了時間の関係を示すグラフである。

## 発明を実施するための最良の形態

(請求項1の発明の実施例)

第1図は、請求項1の発明を実施した内燃機関100の正面略図である。内燃機関100の排気管1にはユニット化されたNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒2（以下、吸蔵触媒2と呼ぶ。）が設けてある。吸蔵触媒2の下流側の排気通路（排気管1）には酸素センサ3が設置されている。また、吸蔵触媒2の上流側の排気通路（排気



管 1) には排気ガスの空燃比  $\lambda$  を精度よく検出するための酸素センサ 3 a が設置されている。酸素センサ 3, 3 a は、それぞれ信号線 6, 6 a を介して CPU 4 と接続されている。酸素センサ 3, 3 a で検出した検出信号は、信号線 6, 6 a を介して CPU 4 へ伝達される。また CPU 4 は、詳しくは後述するメモリ 5 にアクセス可能となっている。

第 2 図は、酸素センサ 3 の出力電圧の波形を示すグラフである。第 1 図に示す吸蔵触媒 2 は、排気管 1 内を流れる排気ガス中の  $\text{NO}_x$  を吸蔵するが、吸蔵量が吸蔵可能容量に達するとそれ以上吸蔵することができなくなる。そこで吸蔵量が吸蔵可能容量の例えば 90% に達すると、空燃比  $\lambda$  を理論空燃比より僅かにリッチ側に設定するリッチスパイクと呼ばれる操作を行う。

第 2 図において、リッチスパイクは時刻  $t_1$  から時刻  $t_2$  まで行われている。内燃機関 100 (第 1 図) の通常運転時には、空燃比  $\lambda$  はリーン ( $\lambda = 1.3 \sim 1.5$ ) に設定されている。空燃比  $\lambda$  の値が大きくなるほど (つまり、希薄になるほど) 酸素濃度は高くなる。酸素センサ 3 の出力電圧値は、酸素濃度が高くなるほど低くなる。したがって第 2 図に示すように、リッチスパイク実行中は酸素濃度が低くなるので、出力電圧値は高くなっている。

ところで、第 2 図において時刻  $t_3$  から時刻  $t_4$  までの間は電圧値が  $E_A$  からほとんど変化せず (請求項 1 の「少ない変化量の電圧値」)、時刻  $t_4$  を過ぎると再度急激に上昇しているのがわかる。空燃比  $\lambda$  がリーンのときには、吸蔵触媒 2 は  $\text{NO}_x$  を吸蔵すると同時に酸素も吸蔵する。リッチスパイクを実行すると、吸蔵触媒 2 に吸蔵された酸素が放出されるため、吸蔵触媒 2 の下流側の排気管 1 内における酸素濃度が一時的に高くなり、吸蔵された酸素が放出され尽くすまではリッチスパイクの実行中にも関わらず、時刻  $t_3$  から時刻  $t_4$  の間では酸素濃度がほとんど変化せず、このことが酸素センサ 3 の出力電圧値にも反映されている。

リッチスパイクは例えば 5 秒間行われ、吸蔵触媒 2 が新品のときには時刻  $t_4$  で吸蔵していた酸素を放出し尽くす。吸蔵触媒 2 の劣化が進行すると、例えば第 2 図に示すように時刻  $t_4$  に達する手前の時刻  $t_5$  で吸蔵していた酸素を放出し尽くす。

吸蔵触媒 2 が新品で吸蔵能力が高いときには、 $\text{NO}_x$  とともに酸素も多量に吸

蔵される。しかし、吸蔵触媒 2 が長時間使用されて劣化（硫黄成分による被毒）が進行すると吸蔵能力が低下し、リッチスパイクを実行したときに放出される酸素量も少なくなる。そのため、吸蔵触媒 2 が劣化すると、第 2 図に示す時刻  $t_g$  で酸素がすべて放出され尽くし、電圧値は比較的早期に最高値  $E_g$  まで上昇する。

5       したがって、この酸素センサ 3 の出力電圧の波形により、吸蔵触媒 2 の劣化の進行度合を知ることができる。そこで、予め  $\text{NO}_x$  吸蔵触媒 2 の酸素吸蔵量（ $\text{NO}_x$  吸蔵量）と電圧波形との相関関係を実験により求めておき、第 1 図のメモリ 5 に記憶させておく。メモリ 5 に記憶されたデータと、実測されたリッチスパイク実行時における酸素センサ 3 の出力電圧値の波形を CPU 4 が比較することにより吸蔵触媒 2 の劣化の進行度合を推定することができる。

#### （請求項 2 の発明の実施例）

第 1 図に示すように、空気供給管 7 と燃料供給管 9 とがミキサ 8 に接続されている。ミキサ 8 で生成された混合気は、ミキサ 8 から混合気供給管 11 を介して  
15       内燃機関 100 の燃焼室（図示せず）へ供給され、燃焼室で燃焼が行われる。

燃焼室へ供給する混合気空燃比  $\lambda$  は、燃料供給管 9 の途中に設けた燃料供給量調整弁 10 の開度を調整することにより変更することができる。すなわち、開度を小さくすると、燃料の供給量が減少するので空燃比  $\lambda$  は大きくなり（リーンになり）、逆に開度を大きくすると空燃比  $\lambda$  は小さくなる（リッチになる）。この空燃比  $\lambda$  の変化は、 $\lambda = 1$  付近では酸素センサ 3a により精度良く検出される。  
20

第 13 図は、空燃比  $\lambda$  と CO 濃度及び  $\text{NO}_x$  濃度の関係を示すグラフである。第 13 図に示すように、空燃比  $\lambda$  がリッチになるほど吸蔵触媒下流側の CO 濃度は高くなり  $\text{NO}_x$  濃度は低くなる。逆に空燃比  $\lambda$  がリーンになると、CO 濃度は低くなり  $\text{NO}_x$  濃度は高くなる。CO と  $\text{NO}_x$  の両方の濃度が比較的低くなる空燃比  $\lambda$  の領域を浄化ウィンドウと呼ぶ。  
25

劣化した吸蔵触媒 2 から硫黄成分を除去する作業を「再生」と呼ぶ。吸蔵触媒 2 を再生すると吸蔵触媒 2 から硫黄成分が除去され、 $\text{NO}_x$  の吸蔵可能容量が新品のときの吸蔵可能容量に近づく。

第 10 図に示すように、CO 濃度が高くなるほど再生速度が速くなる。CO 濃

度が高いほど硫黄成分を除去するのに有利であるので、燃料供給量調整弁 10  
(空燃比設定手段)の開度を調整して再生時には空燃比 $\lambda$ を浄化ウィンドウのリ  
ッチ側の端部( $\lambda=0.99\sim0.997$ )に設定し、かつ排気ガスの温度が再  
生が可能な温度となるように内燃機関 100 を運転する。このときの排気ガス温  
度は、600℃以上であることが好ましい。

第3図に示すように触媒上流のCO濃度を一定に保つと、吸蔵触媒下流側のCO  
濃度は当初は低くなるが、時刻 $t_A$ になると所定の値まで上昇する。吸蔵可能  
容量の大きい新品の吸蔵触媒が吸蔵限界までNO<sub>x</sub>や酸素を吸蔵すると、吸蔵触  
媒還元時におけるCOに反応させるNO<sub>x</sub>や酸素の量が多くなる。したがって、  
COの反応する対象物(NO<sub>x</sub>や酸素)がなくなり、CO濃度が所定の値まで上  
昇するのに時間がかかる。しかし、被毒が進んだ吸蔵触媒は吸蔵可能な容量が小  
さく、吸蔵したNO<sub>x</sub>量及び酸素量が少ないため、吸蔵触媒還元時におけるCO  
と反応させるNO<sub>x</sub>量及び酸素量が少なく、CO濃度は時刻 $t_B$ より手前の時刻  
 $t_A$ になると所定の値まで上昇する。

第4図に示すように再生当初はCO濃度が高くなるように設定しても、吸蔵触  
媒の下流側にはCOはあまり流れない。ゆえに再生の度合に応じて吸蔵触媒上流  
側のCO濃度を低く設定していけば、吸蔵触媒下流側のCO濃度を低く抑えなが  
ら吸蔵触媒の再生時間を短縮することができる。

第4図では、吸蔵触媒下流側のCO濃度を排出可能な環境基準値内に設定し、  
吸蔵触媒再生中の吸蔵触媒下流側のCO濃度が、この設定値となるように吸蔵触  
媒上流側のCO濃度を設定する。吸蔵触媒下流側のCO濃度が環境基準値を超え  
ることがないように再生中の吸蔵触媒上流側のCO濃度を予め高めることにより、  
排気ガス中のCO濃度を低く抑えながら吸蔵触媒の再生時間を短縮することがで  
きる。

第14図は、吸蔵触媒があまり劣化していない場合とかなり劣化が進んだ場合  
における吸蔵触媒上流側の設定したCO濃度と再生完了時間の関係を示すグラフ  
である。第14図に示すように、設定するCO濃度が同じであれば、劣化が進む  
ほど被毒量が多くなるため再生が完了するのに時間がかかる。また、再生時間を  
揃えると、あまり劣化していない場合には再生時のCO濃度を低く設定すること

ができる。

(請求項 3 の発明の実施例)

請求項 2 の発明の実施例において、吸蔵触媒 2 を再生している間は、吸蔵触媒  
5 2 の下流側の排気管 1 内の CO 濃度が一定となるように、吸蔵触媒 2 の上流側の  
空燃比  $\lambda$  を設定する。

吸蔵触媒 2 の劣化の度合ごとにパターン分けして、設定する下流側 CO 濃度と、  
調整する上流側 CO 濃度との関係を予め調査してマップを作成し、このマップを  
メモリ 5 に記憶しておく。

10 酸素センサ 3 の出力電圧波形 (第 2 図) から吸蔵触媒 2 の劣化度合を推定し、  
かつ下流側 CO 濃度の設定値を選定することにより、CPU 4 はメモリ 5 に記憶  
されたマップを参照して上流側 CO 濃度を適切に調整できるように燃料供給量調  
整弁 10 の開度を調整する。

15 (請求項 4 の発明の実施例)

第 7 図に示すように、内燃機関 102 には機関回転数検出装置 13 と機関負荷  
検出装置 14 が設けてある。これらで検出された検出信号は、CPU 4 へ送られ  
る。また、排気管 1 には温度センサ 15 が設けてある。CPU 4 は、温度センサ  
15 で検出した排気ガスの温度から吸蔵触媒 2 の温度を推定する。

20 第 5 図は、吸蔵触媒 2 の温度と NO<sub>x</sub> 吸蔵可能容量の関係を示すグラフである。  
第 5 図に示すように、吸蔵触媒 2 が新品でも劣化していても温度が上昇すると N  
O<sub>x</sub> の吸蔵可能容量が変化する。したがって、吸蔵触媒 2 の劣化度合と温度から、  
吸蔵可能な容量を求めることができる。

まず、吸蔵触媒 2 の劣化度合ごとに温度と吸蔵可能容量の関係を予め実験を行っ  
25 て求めておき、マップを作成してメモリ 5 に記憶させておく。内燃機関 102 の  
運転状態に応じて吸蔵触媒 2 の温度は変化するが、この温度は温度センサ 15 で  
検出し、検出信号を CPU 4 へ伝送する。ちなみに、第 9 図に示すように、機関  
負荷及び機関回転数のいずれが大きくなっても排気ガス温度 (吸蔵触媒 2 の温  
度) は上昇することがわかる。

吸蔵触媒 2 の劣化の度合は、第 2 図の酸素センサ 3 の出力電圧波形から推定することができる。したがって、これらから現在の吸蔵触媒 2 による  $\text{NO}_x$  の吸蔵可能容量を把握することができる。

- 次に、この吸蔵触媒 2 にどのくらいの濃度の  $\text{NO}_x$  が流入しているかを調べる。
- 5 内燃機関 100 の運転状況は、空燃比  $\lambda$ 、機関回転数検出装置 13 と機関負荷検出装置 14 とで検出する機関回転数と機関負荷とから把握することができる。これらにより排気ガス流量と排気ガス中の  $\text{NO}_x$  濃度とを検出することができる（排気ガス流量検出手段、 $\text{NO}_x$  濃度検出手段）。

- 10 吸蔵触媒 2 に流入する単位時間当りの  $\text{NO}_x$  量を CPU 4（ $\text{NO}_x$  量算出手段）により算出する。CPU 4 は、上で求めた現在の吸蔵触媒 2 の吸蔵可能容量の例えば 90%～95% に達したらリッチスパイクを行い、吸蔵された  $\text{NO}_x$  を還元除去する。このようにすることにより、吸蔵触媒 2 の劣化度合に応じて吸蔵能力を十分に発揮させることができ、排気ガスの浄化を良好に行うことができる。

- 15 もちろん、CPU 4 が算出した  $\text{NO}_x$  の総量（積算  $\text{NO}_x$  量）が、吸蔵触媒 2 の吸蔵可能容量の 100% に達するまで吸蔵を行い、その後にリッチスパイクを実行してもよいが、大気に排出する排気ガス中に含まれる  $\text{NO}_x$  量が増加する恐れがあるので、上述のように吸蔵可能容量の 90～95% 程度を吸蔵の上限に設定するのが好ましい。

- 20 （請求項 5 の発明の実施例）

請求項 4 の発明の実施例においては、吸蔵触媒 2 の吸蔵可能容量の 90～95% 程度を吸蔵の上限に設定したが、吸蔵した  $\text{NO}_x$  を還元除去する際には、CPU 4 が算出した積算  $\text{NO}_x$  量に相当する  $\text{NO}_x$  が還元除去されるのに必要な時間だけリッチスパイクを行うようにする。

- 25 つまり、吸蔵触媒 2 の吸蔵可能容量（又は吸蔵可能容量の 90～95%）に相当する  $\text{NO}_x$  が吸蔵されるリーン運転時間が経過するとリッチスパイクを行うようにする。

このようにリッチスパイクを行うと、吸蔵触媒を良好に浄化することができるのみならず、空燃比  $\lambda$  をリッチにすることにより排出される CO 量を必要最小限

に抑えることができ、かつ熱効率の低下を最小限に抑えることができる。

(請求項 6 の発明の実施例)

5 第 1 図は、請求項 6 の発明を実施した内燃機関 104 の正面略図である。前述の請求項 2 及び 3 の発明では、吸蔵触媒 2 を再生する際の、吸蔵触媒 2 より上流側の排気管 1 内の CO 濃度が高くなるように空燃比  $\lambda$  を設定していた。しかし、排気ガス中の  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$  の浄化に寄与しない CO が大気中に排出されない措置が必要である。そこで内燃機関 104 では吸蔵触媒 2 より下流側の排気通路(排気管 1) に酸化触媒 20 を配置した。

10 さらに内燃機関 104 には、酸化触媒 20 の上流の排気通路内に 2 次空気を供給するポンプ 21 が設けてある。このポンプ 21 と吸蔵触媒 2 の間に酸素センサ 3b が設置してある。酸素センサ 3b は二次空気内の酸素を検出しないように必ずポンプ 21 よりも上流側に設置する。酸素センサ 3b は、吸蔵触媒 2 を通過する酸素のみを検出し、吸蔵触媒 2 の吸蔵容量を監視する役割を果たす。内燃機関 15 104 のその他の構成は内燃機関 100 の構成と同じである。ポンプ 21 により供給された空気は酸化触媒 20 内で CO を酸化(つまり浄化)する。

ちなみに請求項 2 及び 3 の発明では、CO を過剰に供給することにより CO が大気中へ排出されることを回避する必要がある。つまり、大気中に排出する  $\text{NO}_x$  量又は CO 量を最小に抑えるためには、かなり厳しい空燃比管理が必要である。

20 その点、請求項 6 の発明では、多少 CO を供給し過ぎても酸化触媒 20 で浄化することができるので、空燃比管理は楽である。つまり、内燃機関 104 では酸素センサ 3a を省略することもできる。

(請求項 7, 8 の発明の実施例)

25 第 6 図は、請求項 7 及び 8 の発明を実施した内燃機関 103 の正面略図である。内燃機関 103 では、吸蔵触媒 2 の上流側に三元触媒 19 を配置した点のみが内燃機関 100 と相違しており、その他の構成は内燃機関 100 の構成と同じである。

空燃比  $\lambda$  を制御する際、酸素センサ 3a の出力電圧値が急激に変動するまで燃

料供給量調整弁 10 を操作し、その燃料供給量調整弁 10 の操作量で操作前の空燃比  $\lambda$  を検出する。この操作をリーンスパイクという。

吸蔵触媒 2 を再生する際には、まずリーンスパイクを行い、現在の空燃比  $\lambda$  がいかなる値になっているかを検出した後に空燃比  $\lambda$  を再生に必要な量だけリッチ側へシフトさせる。

酸素が存在すると吸蔵触媒 2 の再生に支障を来す。そのため、再生作業を開始する前にリーンスパイクを実行した際に生じた酸素を除去する必要がある。そこで、吸蔵触媒 2 の上流側に配置した三元触媒 19 により酸素を吸蔵し、酸素を下流側の吸蔵触媒 2 へ流さないようにする。

第 6 図に示すように、三元触媒 19 と吸蔵触媒 2 とをユニット化して排気通路（排気管 1）に設置すると、三元触媒 19 と吸蔵触媒 2 の間で排気ガスの温度が低下することを防止することができる。

第 12 図は、吸蔵触媒 2 の再生速度と温度の関係を示すグラフである。第 12 図に示すように、吸蔵触媒 2 の再生速度は、高温になるほど速くなることがわかる。したがって内燃機関 103 は、高温の排気ガスにより吸蔵触媒 2 を高温状態で短時間で再生することができる。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、排気通路に  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒を設けた陸用及び船用の内燃機関に適用することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 排気通路（１）に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）を設けた内燃機関（１００）において、前記排気通路（１）の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の下流側に酸素センサ（３）を設け、リッチスパイク実行時における前記酸素センサ（３）の出力電圧値が最高値を記録する前の少ない変化量の電圧値を記録する時間の長さにより $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の劣化状態を判定する判定手段を備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。  
5
2. 前記判定手段により判定された $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の劣化の度合いが大きくなるほど $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の再生時における $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）より上流側の排気通路（１）内の $\text{CO}$ 濃度が高くなるように設定する空燃比設定手段を備えた請求項１に記載の内燃機関の排気浄化装置。  
10
3.  $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の再生時において、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）より下流側の排気通路（１）内の $\text{CO}$ 濃度が一定になるように $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）より上流側の排気通路（１）内の空燃比を設定するようにした請求項２に記載の内燃機関の排気浄化装置。  
15
4. 排気ガス流量検出手段と排気ガス中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ 濃度検出手段と、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の温度を検出する温度センサ（１５）とを備え、前記排気ガス流量検出手段と $\text{NO}_x$ 濃度検出手段により得られた排気ガス流量と $\text{NO}_x$ 濃度から $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）に流入する単位時間当たりの $\text{NO}_x$ 量を算出する算出手段を備え、前記温度センサ（１５）により前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量を推定し、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）に流入する積算 $\text{NO}_x$ 量が吸蔵可能容量に達したら $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の再生を行うようにした請求項１～３のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。  
20
5. 劣化した $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量を推定し、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵可能容量に応じたリッチスパイクの実行間隔を設定するようにした請求項４に記載の内燃機関の排気浄化装置。  
25
6.  $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）の下流側の排気通路（１）内に二次空気供給通路と酸化触媒を配置し、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒（２）を通過した $\text{CO}$ を前記酸化触

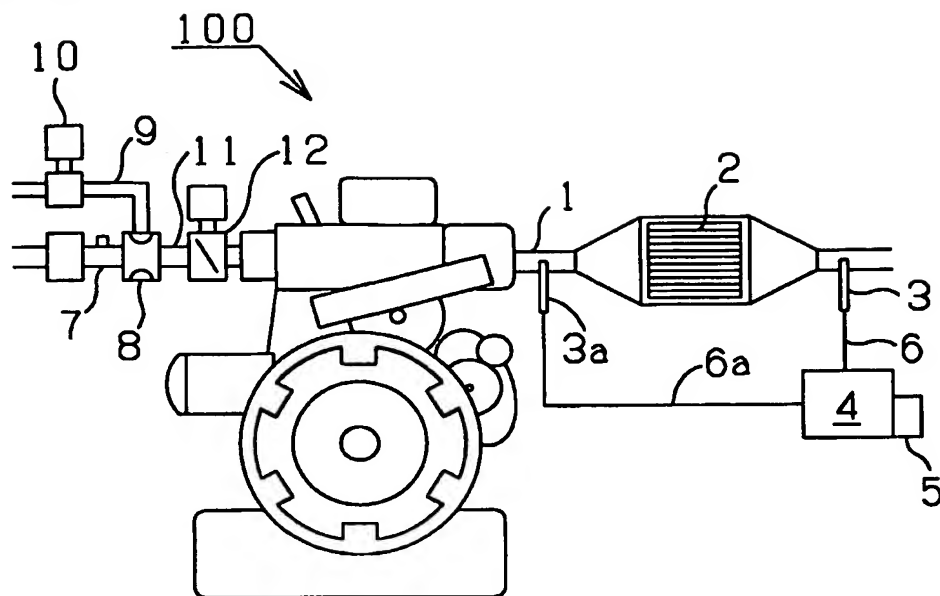


媒内で酸化させる請求項 2, 3 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

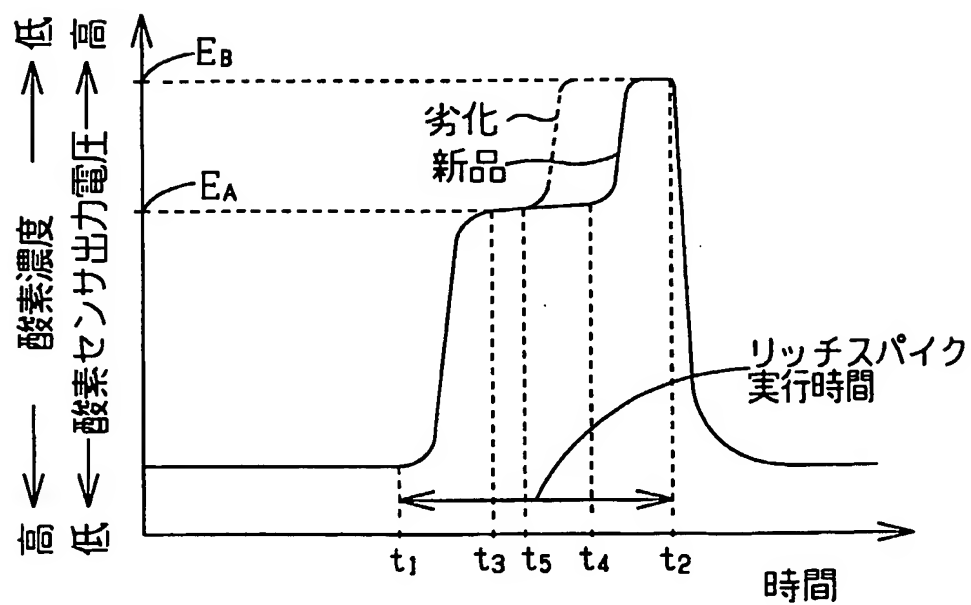
7.  $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 (2) の上流側の排気通路 (1) 内に酸素吸蔵機能と酸化機能を備えた三元触媒 (19) を配置した請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

- 5 8. 三元触媒 (19) と  $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 (2) とを一体的にユニット化し、排気通路 (1) の上流側に三元触媒 (19) がくるように前記ユニットを配置するようにした請求項 7 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

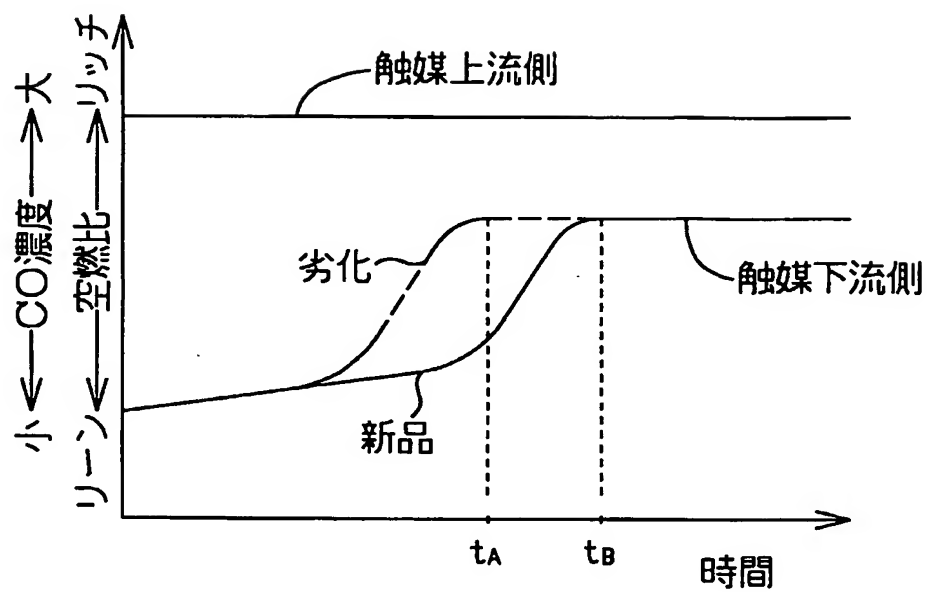
第1図



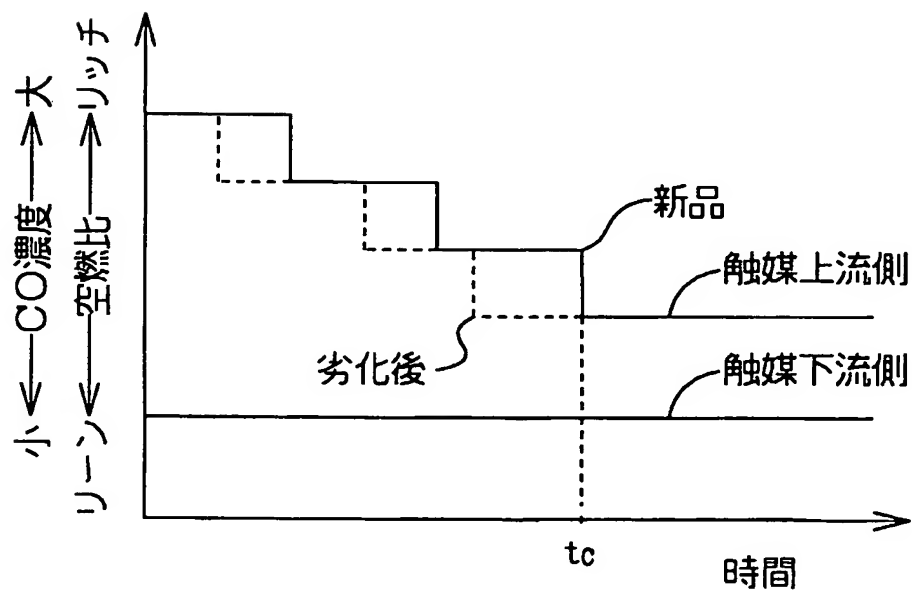
第2図



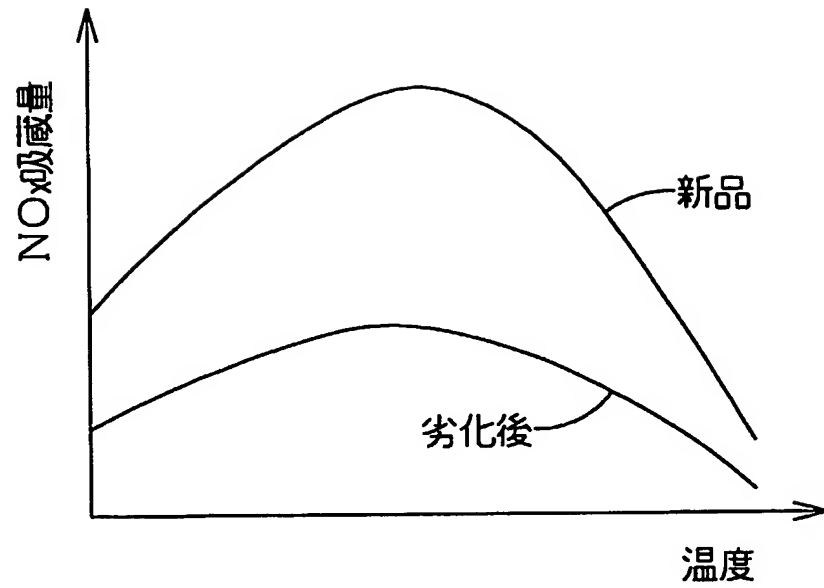
第3図



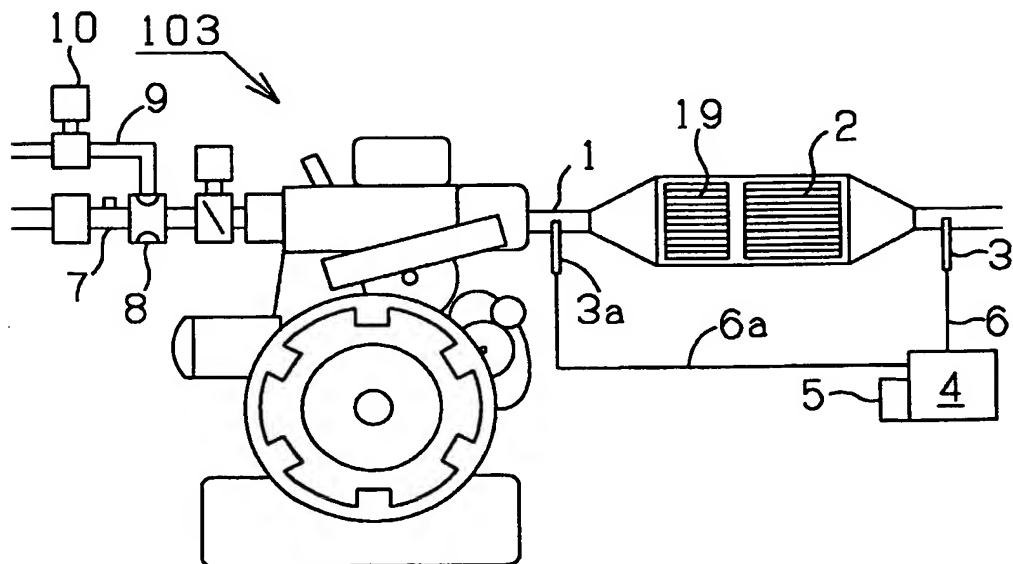
第4図



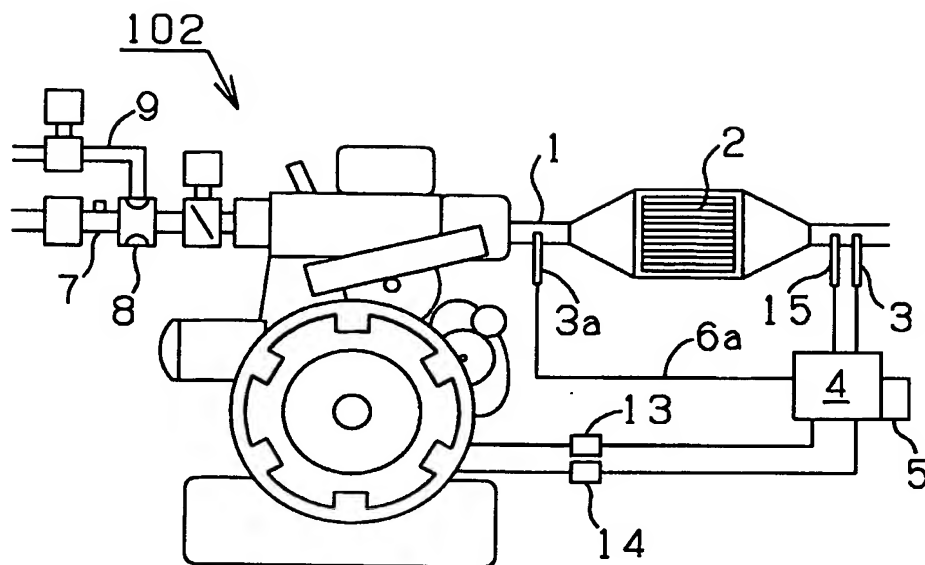
第5図



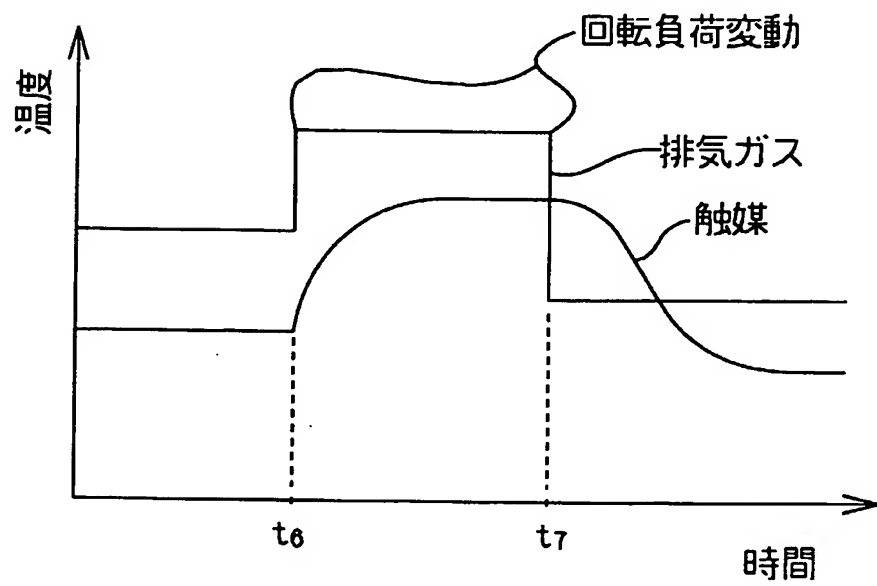
第6図



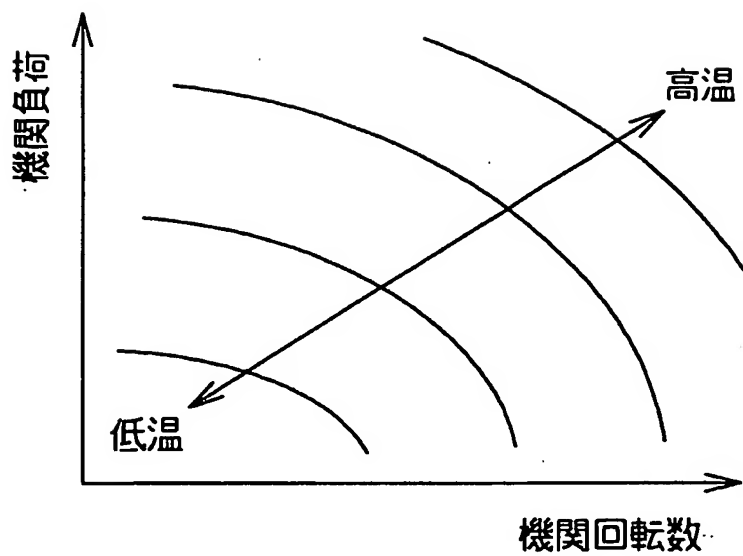
第7図



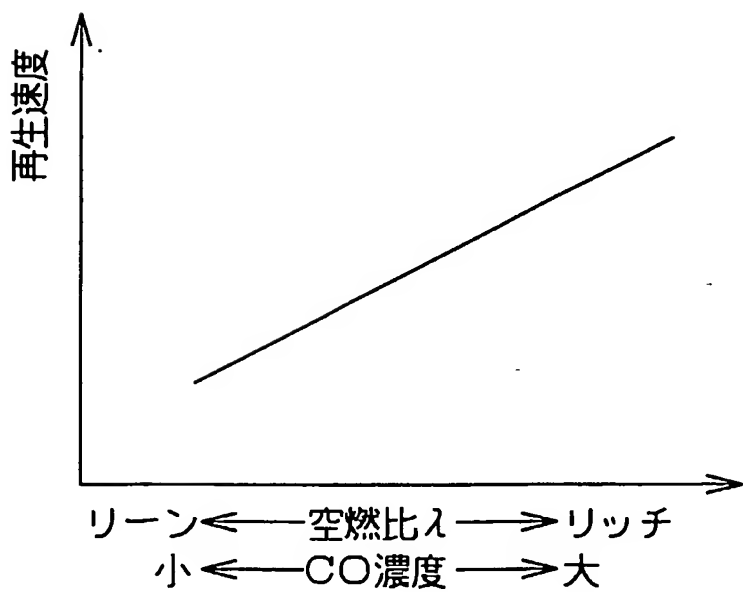
第8図



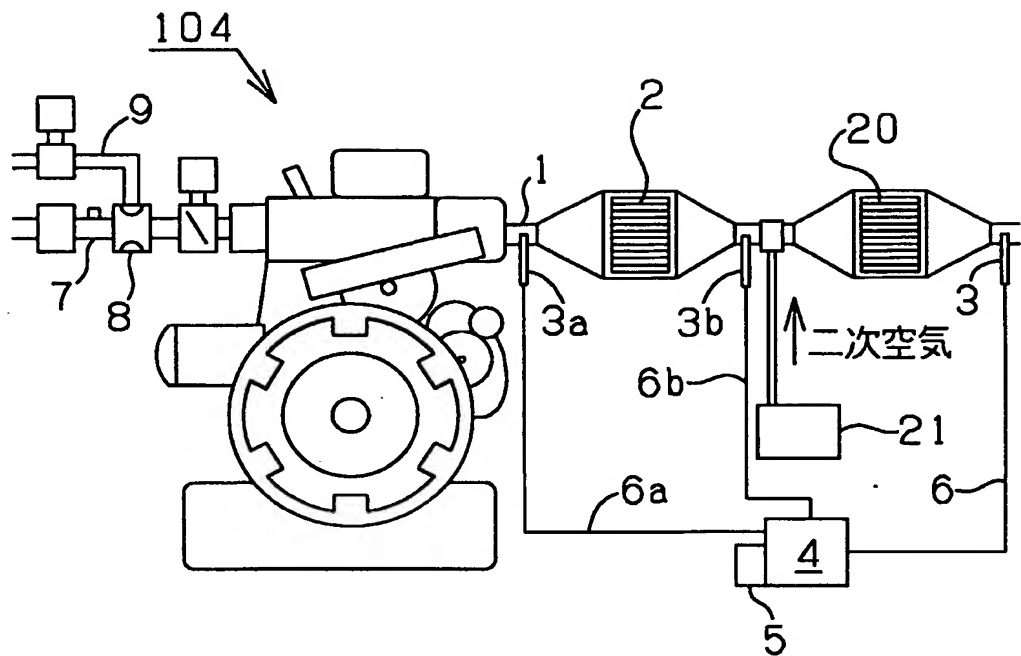
第9図



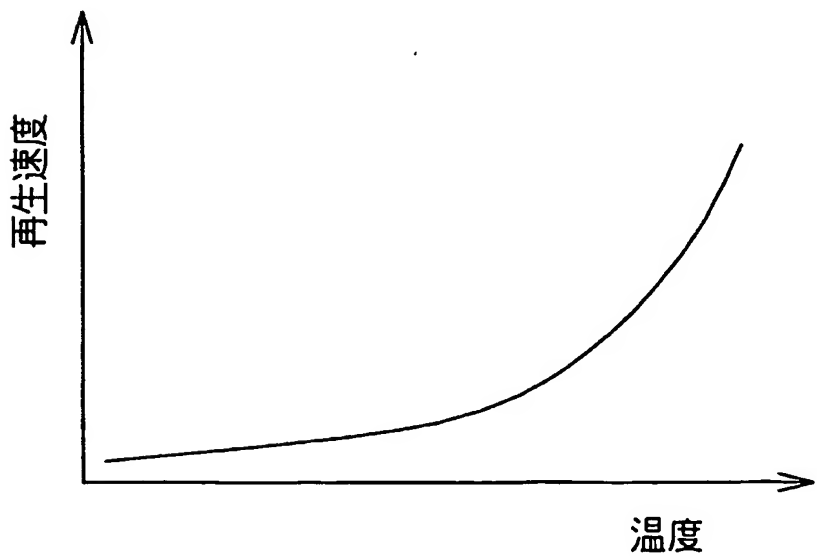
第10図



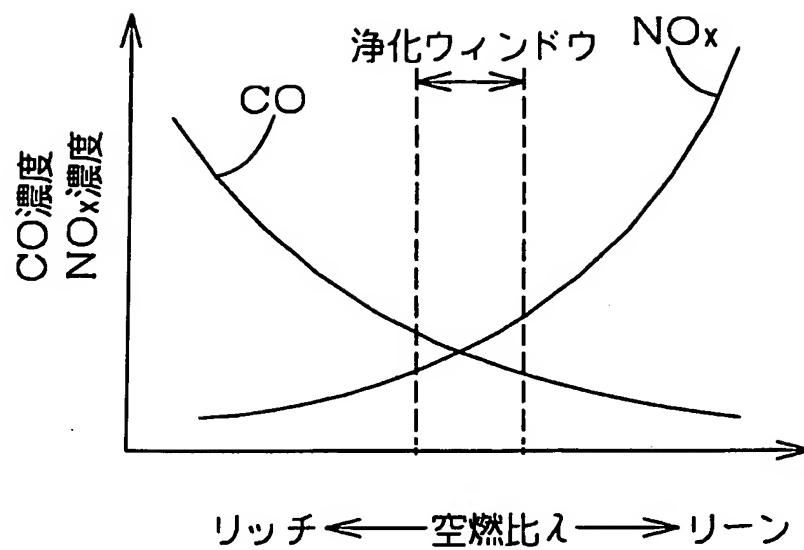
第11図



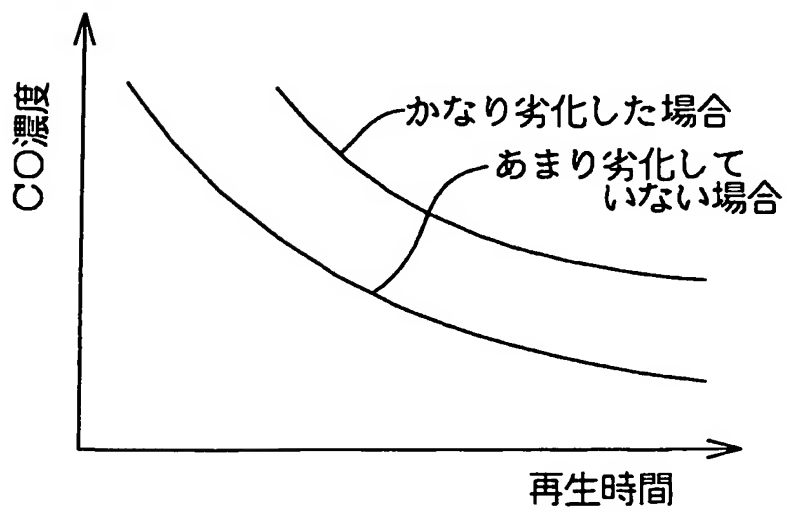
第12図



第13図



第14図





## 引用符号の説明

- 1…排気管（排気通路）
- 5 2…NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒
- 3…酸素センサ
- 4…CPU
- 5…メモリ
- 10 10…燃料供給量調整弁（空燃比設定手段）
- 13…機関回転数検出装置
- 14…機関負荷検出装置
- 15 15…温度センサ
- 19…三元触媒
- 20…酸化触媒
- 15 21…ポンプ
- 100…内燃機関